直熱5極管の独自の音世界

4P1L(T) プッシュプル・パワー・アンプの製作

長島 勝

どんな構成とするか？

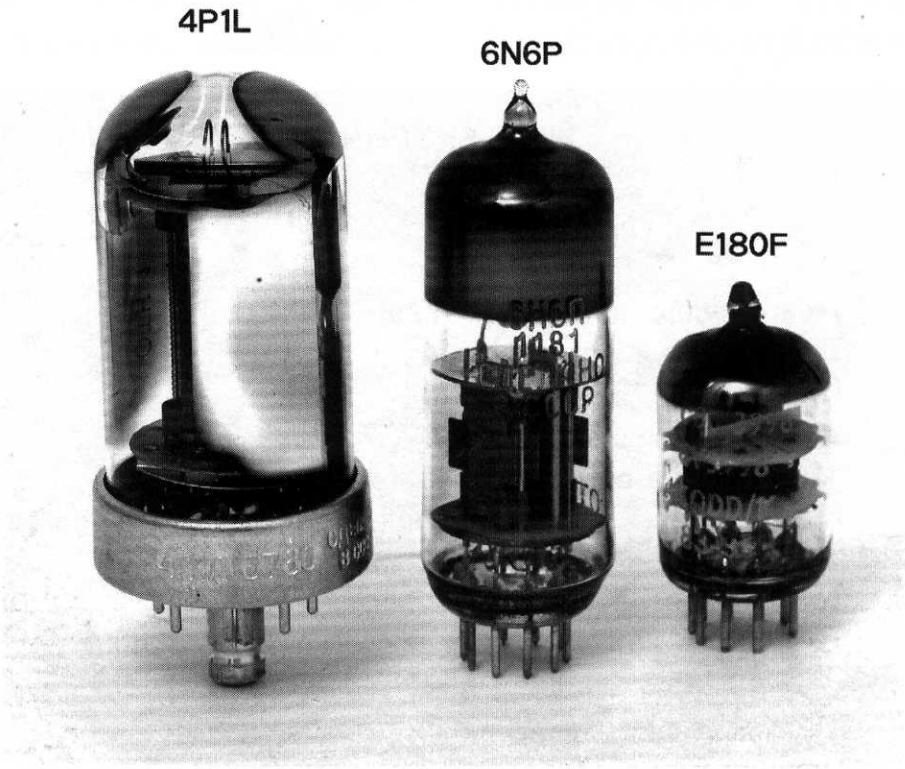
4P1L (T) シングルの音質に気を良くしてプッシュプルも作ることにしました．球の紹介です．シングルの時の紹介は4P1Lについてだけでした．その歴史ついてはふれませんでした．

4P1Lの祖先は，ドイツのRL4.2P6のようです．現物を見たことはありませんが，大きいエーコン管のような形をしています．高周波で使うために，このような形状になったと思われます．

「UNIVERSAL TUBE MANUAL」の206番に4P1Lが載っていますが，その下に4P1という球が気になり調べてみましたが，詳細は見当たりませんでした．

またその下に5A6が載っていて，gmやフィラメント電圧が違いますが，5A6の上位管として使用できるように思います．このマニュアルでの最大プレート電圧，最大スクリーン・グリッド電圧共に250 Vになっています．また4P1Lの中国製の物が4P1Sになります．

以前販売していたところもありましたが，最近見かけません．手元に



◆4P1L 直熱5極管，6N6P，E180Fの外観比較

ГЕНЕРАТОРНЫЙ ПЕНТОД 4П1Л

В новых разработках не применять

По. техническим условиям ЧТУ 11.411—57.

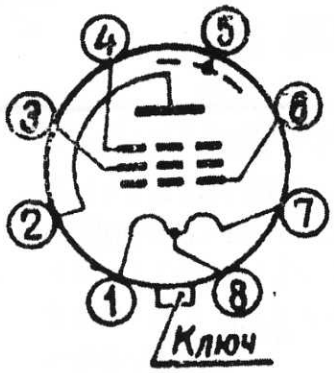
Основное назначение — генерирование колебаний и усиление мощности высокой частоты (до 100 *Мгц*) в аппаратуре специального назначения.

ОБЩИЕ ДАННЫЕ

Катод — оксидный прямого накала.
Оформление — стеклянное, на плоской ножке.
Вес наибольший . . . . . 35 *г*

СХЕМА СОЕДИНЕНИЯ ЭЛЕКТРОДОВ С ВЫВОДАМИ

1 — катод (нить накала)
2 — анод
3 — сетка вторая
4 — сетка третья

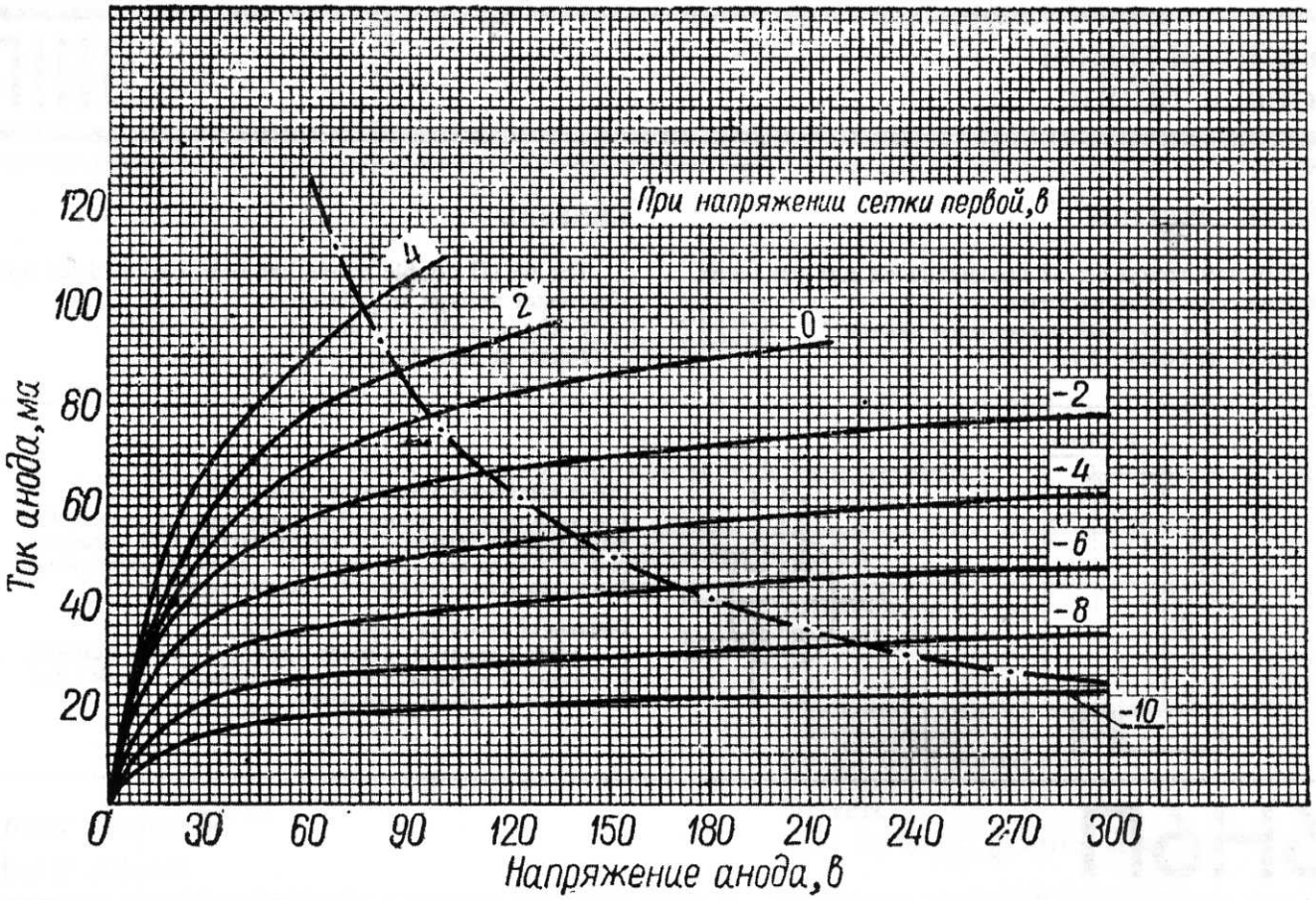


5 — экран внутренний
6 — сетка первая
7 — катод (нить накала)
8 — средняя точка катода

◆4P1Lロクタル管のピン接続とデータ．ヒータ電圧は2.1V/650mA，中点があるので4.2V/325Aで使用することも可能．価格も安くデザインもロシア製らしさがある

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

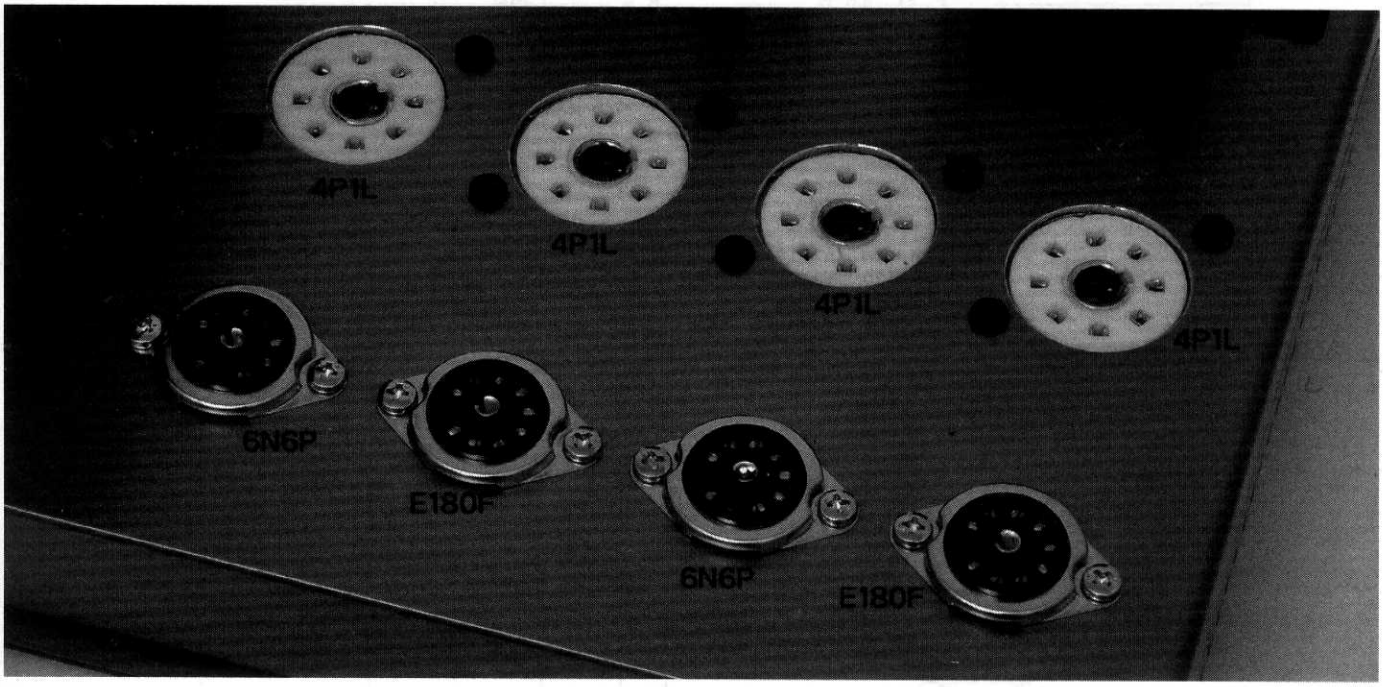
	Включение катода	
	параллельное	последовательное
Напряжение накала (~ или =), *в*	2,1	4,2
Ток накала, *ма*	650±50	325±25
Напряжение анода (=)	150 *в*	
Напряжение сетки второй (=)	150 *в*	
Напряжение сетки третьей (=)	0	
Напряжение сетки первой в рабочей точке (=)○	минус 7±2,5 *в*	
Ток сетки второй ○	не более 6,5 *ма*	
Ток анода при напряжении сетки первой минус 3,5 *в*	60±20 *ма*	
Крутизна характеристики○	$6^{+1,8}_{-1,5}$ *ма/в*	
Проницаемость (в триодном включении) . .	10,5±2%	



◆4P1L の Ep-Ip 特性．出力はとれないがちょっと楽しめる球だ

中国製１本だけありました．プレートの色と形状が少し違いました．CCCP 製は皿型ゲッタが管頭部に２個ですが，中国製は棒状のゲッタが管頭部に１個と横に１個ついていました．CCCP はバリウム・ゲッタの他に，マグネシュウム・ゲッタ？の様な物も管壁についています．

初段の E180F (6688) は高信頼管で，ハイ gm 管になります．1970 年代は非常に価格が高く，仕方なく代わりに 6EJ7 を使った覚えがあり



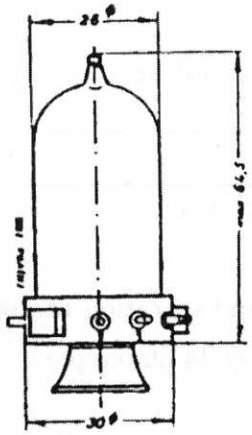
◆本機のソケット配置

TELEFUNKEN

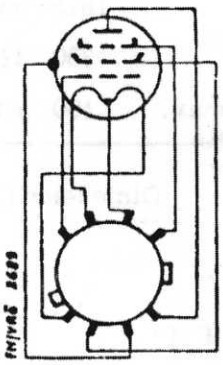
RL 4,2 P 6

Pentode
für End- und Senderstufen
Vorläufige technische Daten

1. Abmessungen der Röhre



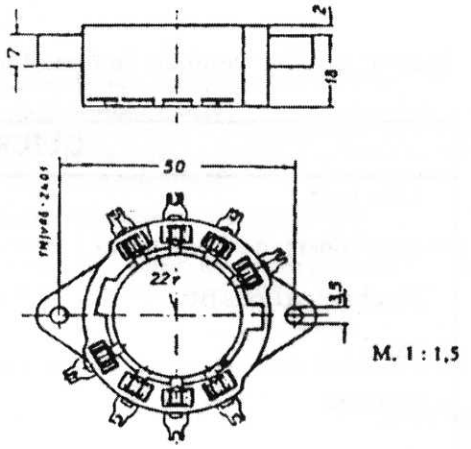
Verbindliche Angaben über die äußeren Abmessungen sind der Heereszeichnung 24 b 71 328 zu entnehmen.



Sockelanschlüsse gegen den Sockelboden gesehen

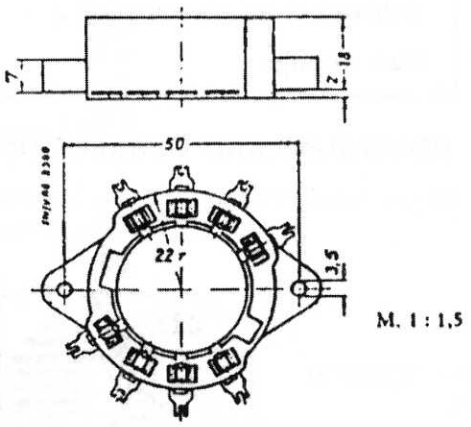
Verbindliche Angaben für Wehrmacht-Entwicklungen sind den Technischen Lieferbedingungen TL 24 b 7070 (herausgegeben vom OKH) zu entnehmen.

2. Röhrenfassungen



Durchsteckfassung nach Heereszeichnung 024 b D 3854

Telefunken Lg.-Nr. 1723



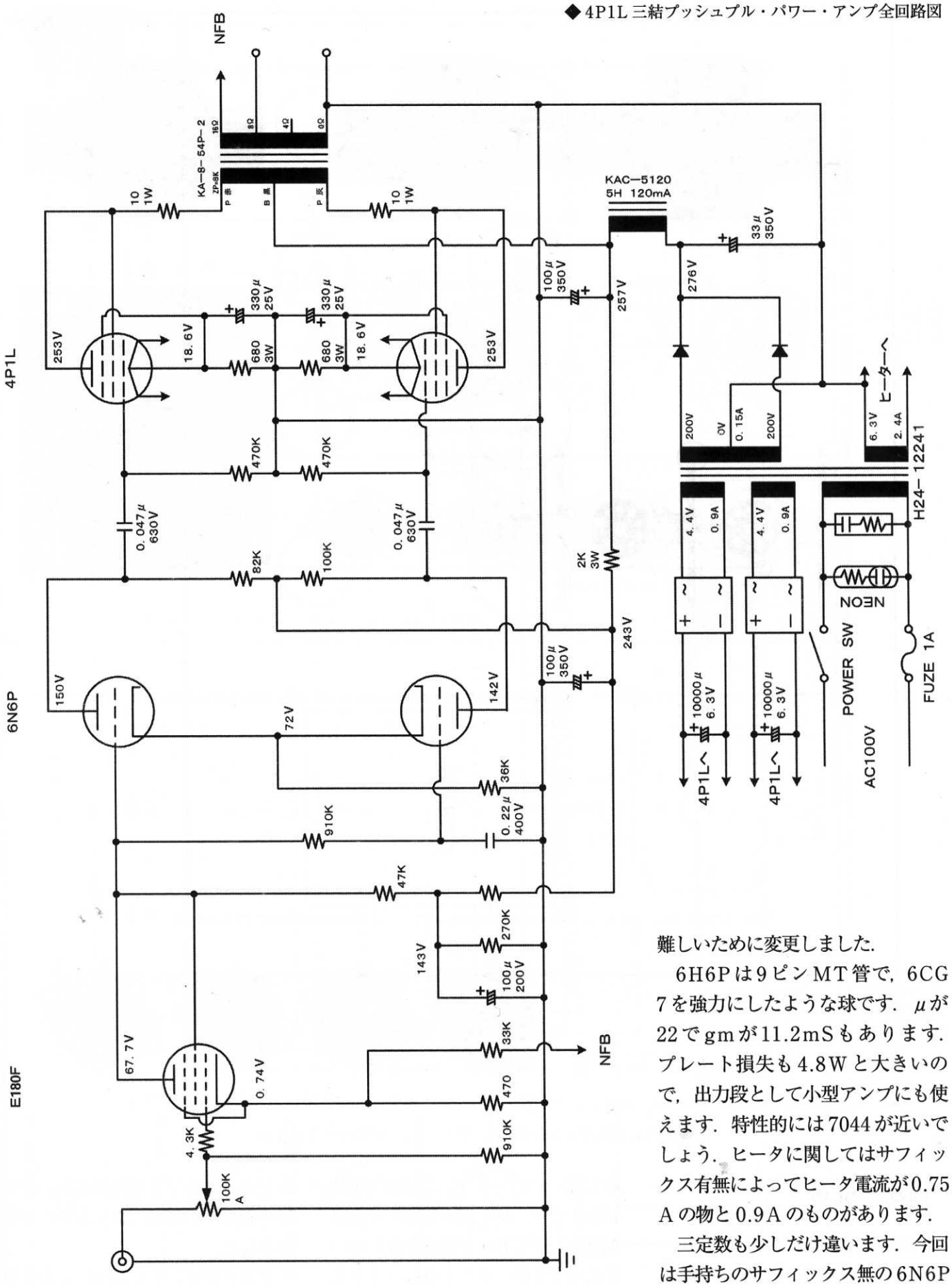
Aufsteckfassung nach Heereszeichnung 024 b D 3865

Telefunken Lg.-Nr. 1724

◆テレフンケンのRL 4.2P6も軍用直熱5極管の1つ

Wenden!

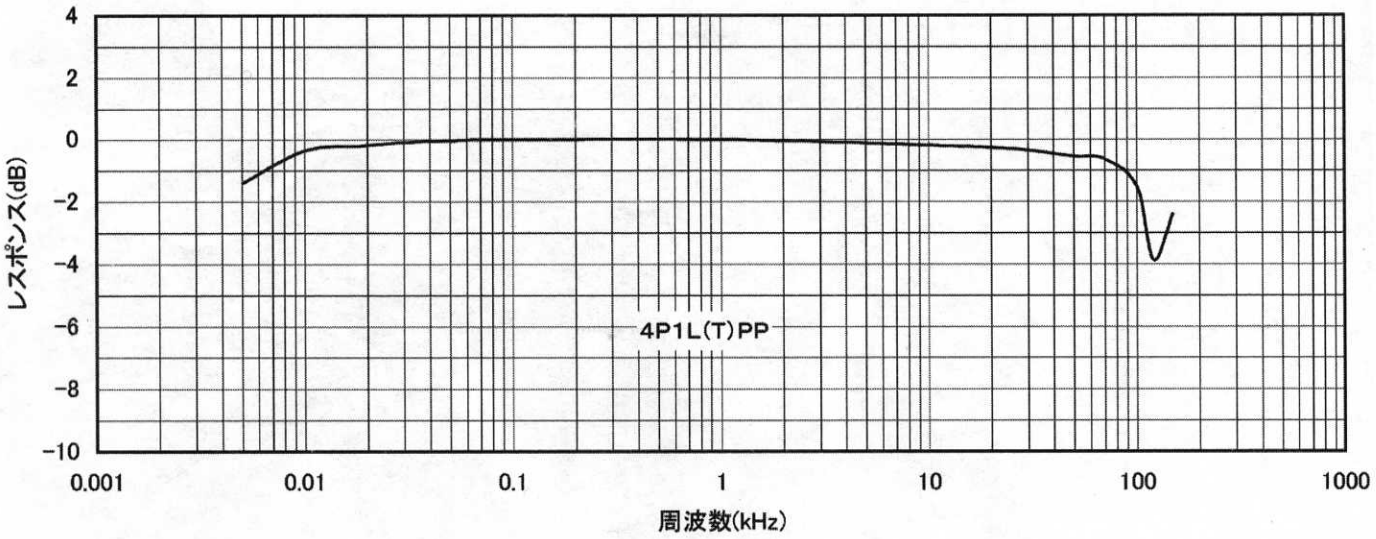
◆4P1L 三結プッシュプル・パワー・アンプ全回路図



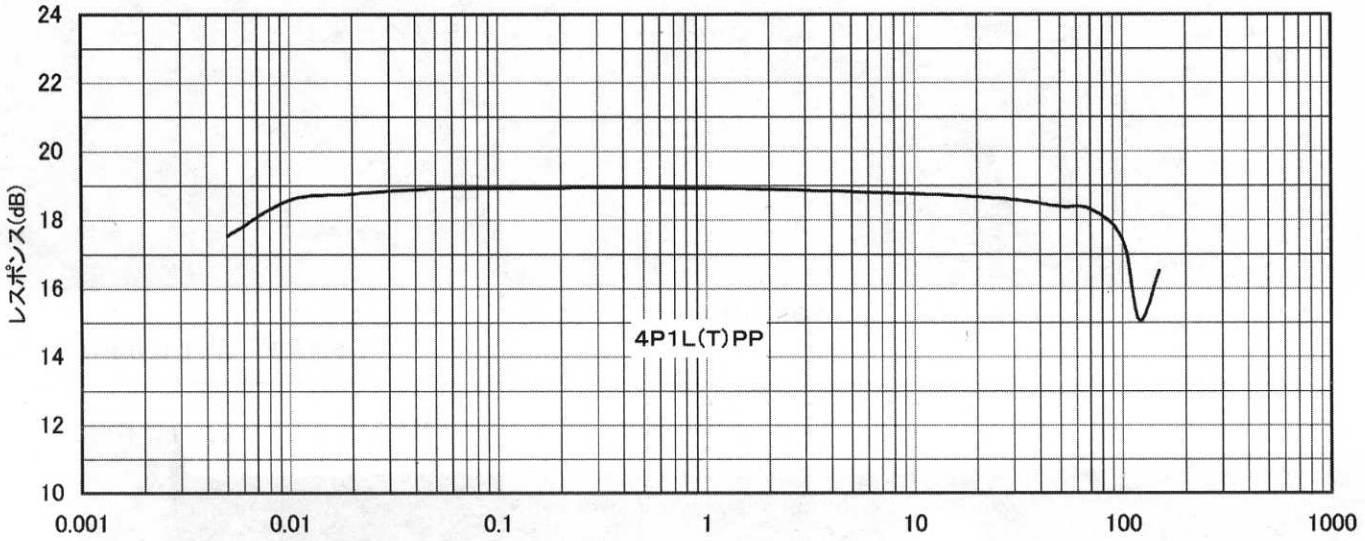
難しいために変更しました.

6H6Pは9ピンMT管で，6CG7を強力にしたような球です．μが22でgmが11.2mSもあります．プレート損失も4.8Wと大きいので，出力段として小型アンプにも使えます．特性的には7044が近いでしょう．ヒータに関してはサフィックス有無によってヒータ電流が0.75Aの物と0.9Aのものがあります．

三定数も少しだけ違います．今回は手持ちのサフィックス無の6N6Pを使いました．

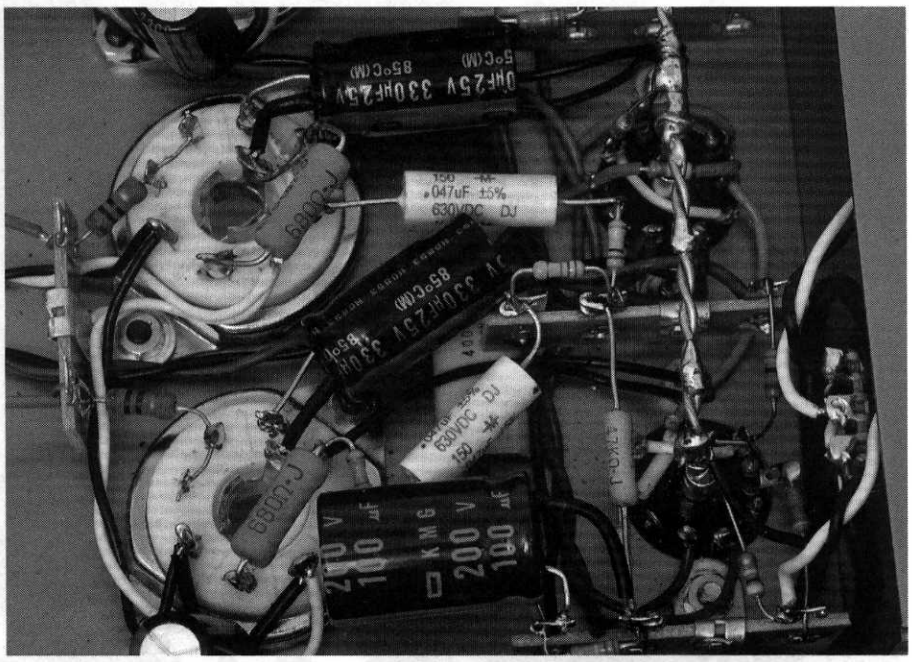


↑↓◆本機の周波数特性

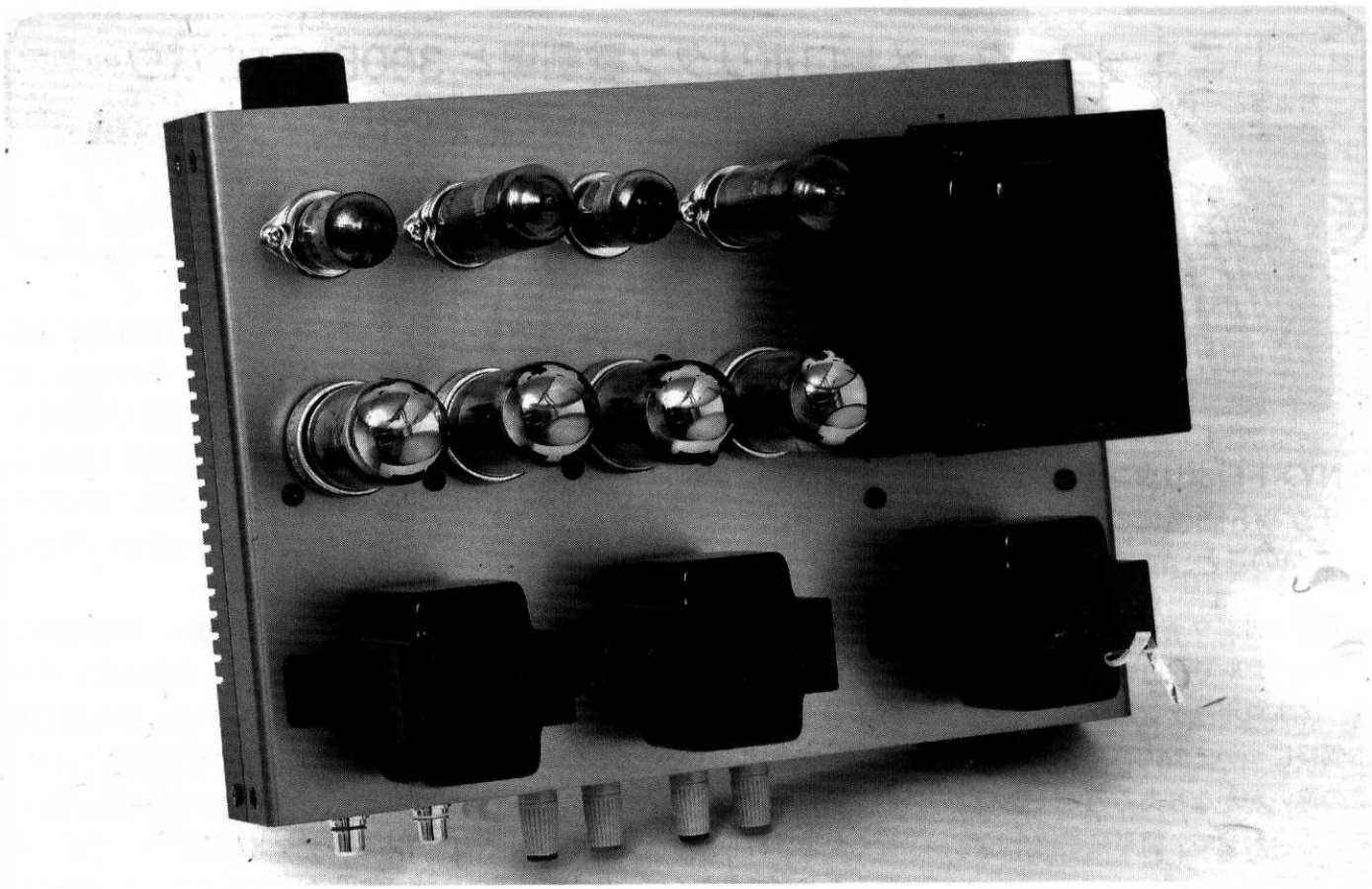


両波整流です．この電圧は固定バイアスで考えてあるので220 Vとするのが良いでしょう．その場合バイアス抵抗は750Ωがいいと思います．30 V端子も出ていますが今回は使いません．

その定格が120 mAなのでぎりぎりです．その後，位相反転段には2kΩを通り100μFでデカップリングして供給しています．初段だけは左右別のデカップリングをして，セパレーションを良くしています．(回路図で電源トランスのB巻線の電圧が200 Vになっていますが210 Vです．また4P1Lフィラメント巻線の電流値が0.9 Aになっていますが1.2 Aに訂正してください)．



◆シャーシ真上からのレイアウト



◆4P1Lソケット回りのクローズアップ

電気特性

特性です．時間がなかったので無帰還時の特性は省略しました．特性はNFBを6.0dBかけたときのものになります．ノーウエイト入力オープン8Ω時，残留ノイズRch0.64mV・Lch0.86mV，ショートでRch0.78mV・Lch0.58mVとノイズレベルは低くなりました．プッシュプルなのに10000μF+3300μFものコンデンサを入れたためです．(回路図では3300μFは省略してあります)．

最初は2200μFでしたが，フィラメントの電圧が3.5Vほどしかなくしょうがないので3300μFを足して3.8Vになりました．その後2200μFを取り10000μFに変更しましたのでこの容量になりました．手元にあったブリッジダイオードがファーストリカバリーだったため順方向電圧降下が大きくこうなりました．通常の物ならば2200μFも入れれば大丈夫だと思います．ゲイン1V8Ω時，18.9dBとちょうどよい感度になりました．

ダンピング・ファクタは9.0と大きくなりました．周波数特性が8Ω1V時，−1dBが計測5.5Hz～90kHzとなっています．また−3dBで計測不可～114kHzとなっていました．ひずみ率は1kHz0.055%が最低です．

さすがに直線性のいい球をA級プッシュプルのことはあります．ただしプッシュプルのバランスを取りプレート電流の誤差を1mA以下に抑えないと低域の特性は急激に悪くなってしまいます．最大出力は約3Wあたりがクリッピングポイントになります．クリップはあまりはっきりした形では現れません．150KHz辺りが持ち上がっています．1KHzの方形波で純容量負荷のテストもしましたが安定でしたのでそのままとしました．クロストークは55dBほどでした．追試する方は無帰還も試して見ると良いでしょう．

静止時消費電力60W，消費電流0.7Aになりました．消費電力は6k6プッシュプルと同じですが消費電流は0.03A多くなっているのはヒータの直流点灯の為だと思われます．

特徴ある音質

音質ですが，ピントの合ったダイナミックな音質です．やはり直熱管はいい音がします．いつものように春日無線に置いてありますので聞いてみてください．

計測機器は，パナソニックVP−7720A（オーディオ・アナライザ），日立V−552（オシロスコープ），サンワPC500（デジタルテスター）他を用いました．